

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2000-514600

(P2000-514600A)

(43) 公表日 平成12年10月31日 (2000. 10. 31)

(51) Int.Cl.

識別記号

FI

テーマコード (参考)

H01L 21/3065

H01L 21/302

B

C23F 4/00

C23F 4/00

A

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 31 頁)

(21) 出願番号 特願平10-504081
 (86) (22) 出願日 平成9年1月23日 (1997. 1. 23)
 (85) 翻訳文提出日 平成10年12月28日 (1998. 12. 28)
 (86) 国際出願番号 PCT/US 97/01002
 (87) 国際公開番号 WO 98/00859
 (87) 国際公開日 平成10年1月8日 (1998. 1. 8)
 (31) 優先権主張番号 08/675, 093
 (32) 優先日 平成8年7月3日 (1996. 7. 3)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 08/675, 559
 (32) 優先日 平成8年7月3日 (1996. 7. 3)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

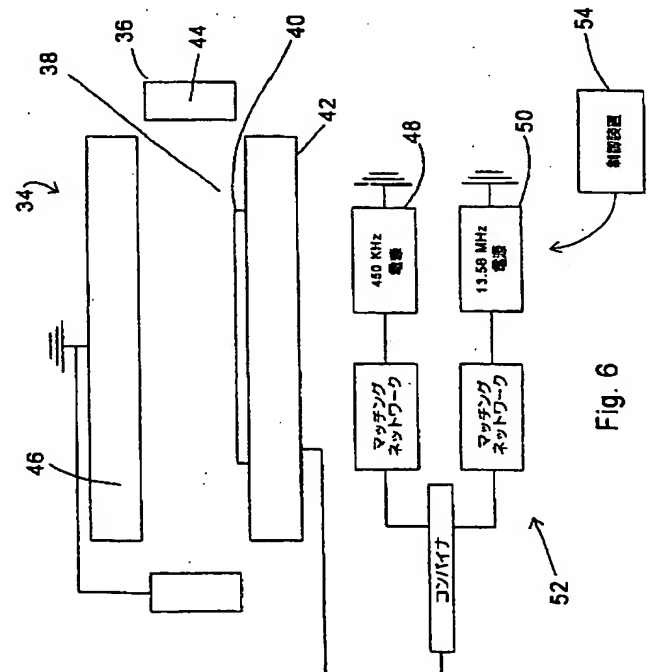
(71) 出願人 ティーガル コーポレイション
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州
 94955-6020 ベタルーマ サウス マッ
 クドールウェル プールヴァード 2201
 (72) 発明者 デオーネラス スティーヴン ビー
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州
 95404 サンタ ローザ トレイルウッド
 ドライヴ 5750
 (72) 発明者 コファー アルフレッド
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州
 94954 ベタルーマ ライナー 1869
 (74) 代理人 弁理士 中村 稔 (外6名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体ウェーハをエッチングするための方法及びその装置

(57) 【要約】

高密度DRAM及びFRAMに要求される垂直側壁 (20) を作るために、2段階の物理的エッチング処理及び化学的エッチング処理を用いて半導体ウェーハ (40) をエッチングするための方法と装置 (6) を提供する。



【特許請求の範囲】

1. 少なくとも実質的に垂直な側壁外形を有するウェーハ造形を得るために、ウェーハを物理的にエッチングする段階と、次に化学的にエッチングする段階とから成ることを特徴とするウェーハをエッチングする方法。
2. 前記物理的にエッチング後に化学的にエッチングする段階が、残余物の少ない実質的に垂直な側壁を提供することを特徴とする、上記請求項1に記載の方法。
3. 前記ウェーハを物理的にエッチングする段階が、約10SCCMから約50SCCMでアルゴンガスを、約2SCCMから約50SCCMで塩素ガスをを使用することを特徴とする、上記請求項1に記載の方法。
4. 前記ウェーハを物理的にエッチングする段階が、約2ミリメートルから約10ミリメートルで行われることを特徴とする、上記請求項1に記載の方法。
5. 前記物理的にエッチングする段階が、約450KHzでの電力及び約13.5MHzでの電力を供給される電極に隣接して配置されたウェーハを入れた室内で行われることを特徴とする、上記請求項1に記載の方法。
6. 前記物理的にエッチングする段階が、約500KHz以下で第1電源を、そして約1MHz以上で第2電源を備えた電極に隣接して配置されたウェーハを入れた室内で行われることを特徴とする、上記請求項1に記載の方法。
7. 前記物理的にエッチングする段階が、キロヘルツ領域で動作する第1電源とメガヘルツ領域で動作する第2電源を備えた電極上に配置されたウェーハを入れた室内で行われることを特徴とする、上記請求項1に記載の方法。
8. 前記第1電源が約50ワットから約200ワットの範囲の電力を供給し、前記第2電源が約500ワットから約1100ワットの範囲の電力を供給することを特徴とする、上記請求項7に記載の方法。
9. 前記電極は底部電極であり、前記方法は、底部電極の端部に隣接して配置された側面電極と、底部電極上に間隔を置いて設けられた上部電極とを更に有する室内で実行され、前記側面電極は接地されているか又は電気的に浮遊しているかであり、前記上部電極は接地されているか又は電気的に浮遊しているかであり、又は上記何れかと共に、(6) NF3それ自身又は上記何れかの化学物質と共に、(7) 過フッ化炭化水素(Cx Fy) 自身又は他の化学物質と共に、の内の一つを使用することを特徴とする、上記請求項1に記載の方法。
19. 誘電体層に対しては、物理的エッチング及び化学的エッチングが(1) アルゴン、CF4ガス、(2) アルゴン、CF4、塩素ガス、(3) アルゴン、CHF3、塩素ガス、(4) 上記組み合わせの何れかと臭化水素ガス、(5) SF6それ自身又は上記何れかと共に、(6) NF3それ自身又は上記何れかと共に、(7) 過フッ化炭化水素(Cx Fy) 自身又は他の化学物質と共に、(8) アルゴン及び塩素ガス、の内の一つを使用することを特徴とする、上記請求項1に記載の方法。
20. 物理的エッチングの間にはキロヘルツ領域で第1電源そしてメガヘルツ領域で第2電源を供給され、化学的エッチングの間にはメガヘルツ領域で電源を供給される電極があることを特徴とする、上記請求項1に記載の方法。
21. イオンミリングを使ってウェーハの造形上にペールを作る段階と、化学的エッチングによりペールを除去する段階とから成ることを特徴とする方法。
22. プラチナ、イリジウム、酸化イリジウム、ルテニウム、酸化ルテニウム、タンタル酸ビスマストロンチウム、チタン酸バリウムストロンチウム、チタン酸鉛ジルコニウムの内少なくとも1つを含む材料上で作り出す段階と除去する段階とを実行する段階を含むことを特徴とする、上記請求項21に記載の方法。
23. 高誘電率上で作り出す段階と除去する段階とを実行する段階を含むことを特徴とする、上記請求項21に記載の方法。
24. 200以上の誘電率を有する材料上で作り出す段階と除去する段階とを実行する段階を含むことを特徴とする、上記請求項21に記載の方法。
25. ウェーハの造形上に実質的に垂直な側壁外形を作り、側壁ペールを作る段階と、実質的に垂直な側壁外形を残しながらペールを除去する段階とから成ることを特徴とするウェーハをエッチングする方法。
26. 上記段階が、約70°以上の実質的に垂直な側壁外形を作るための段階であることを特徴とする、上記請求項25に記載の方法。

あることを特徴とする、上記請求項7に記載の方法。

10. 前記物理的エッチングの段階が約80℃で行われることを特徴とする、上記請求項1に記載の方法。
11. 前記物理的エッチングの段階が最終点検時間の約3分の2からほぼ最終点検時間の間で実行されることを特徴とする、上記請求項1に記載の方法。
12. 前記ウェーハをエッチングする段階が、約0SCCMから約50SCCMでアルゴンガスを、そして約5SCCMから約100SCCMの範囲で塩素ガスをを使用することを特徴とする、上記請求項3に記載の方法。
13. 前記ウェーハを化学的にエッチングする段階が約2ミリメートルから約10ミリメートルで行われることを特徴とする、上記請求項4に記載の方法。
14. 前記化学的エッチングの段階が、キロヘルツ領域で動作する第1電源からのほぼ0から約50ワットの電力と、メガヘルツ領域で動作する第2電源からの電力とを供給される電極により行われることを特徴とする、上記請求項7に記載の方法。
15. 前記化学的エッチングの段階の間、前記第2電源が約500ワットから約1100ワットの範囲の電力を供給することを特徴とする、上記請求項14に記載の方法。
16. 前記化学的エッチングの段階の間、物理的エッチングの影響を低減するために、キロヘルツ領域で動作する前記第1電源のスイッチが切られることを特徴とする、上記請求項7に記載の方法。
17. 約1000オングストローム厚さのプラチナの層に対しては前記物理的エッチングの段階が約70秒を要し、前記化学的エッチング段階が約60秒から約120秒を要し、約2000オングストローム厚さのプラチナの層に対しては前記物理的エッチングの段階が約150秒を要し、前記化学的エッチング段階が約60から約120秒を要することを特徴とする、上記請求項1に記載の方法。
18. 金属層に対しては、物理的エッチング及び化学的エッチングが、(1) アルゴン、塩素ガス、(2) アルゴン、塩素、臭化水素ガス、(3) アルゴン、塩素、カルボニルガス、(4) 上記何れかと酸素(O2)、(5) SF6それ自身
27. 上記作る段階が主に物理的エッチングを使って行われ、上記除去する段階が主に化学的エッチングを使って行われることを特徴とする、上記請求項25に記載の方法。
28. ウェーハの物理的エッチング及び化学的エッチングを基本的には物理的エッチング段階である段階と組み合わせて実行する段階と、続いて、ウェーハの物理的エッチング及び化学的エッチングを基本的には化学的エッチング段階である次の段階と組み合わせて実行する段階とから成ることを特徴とするウェーハをエッチングする方法。
29. 約2.0ミクロン以下、好ましくは0.5ミクロン以下のピッチを有する半導体ウェーハ上で実行することを特徴とする、上記請求項1に記載の方法。
30. 約2.0ミクロン以下、好ましくは0.5ミクロン以下のピッチを有する細線図形半導体装置上で実行することを特徴とする、上記請求項1に記載の方法。
31. エッチング室と、第1電極と、第1電極に選択的に接続可能なキロヘルツ領域で動作する第1電源と、第1電極に選択的に接続可能なメガヘルツ領域で動作する第2電源と、第1電極から間隔を設けた第2電極と、第1電極に隣接して配置可能な前記ウェーハと、物理的エッチング工程の間には第1及び第2電源からの電力を第1電極に選択的に供給させ、それに続く化学的エッチング工程の間には、キロヘルツ領域で動作する第1電源からの出力を低減しながら、メガヘルツ領域で動作する第2電源からの電力を第1電極に選択的に供給させることのできる制御装置とを含むことを特徴とする半導体ウェーハをエッチングするための装置。
32. 前記第2電極が接地されているか又は電気的に浮遊することのできる電極であることを特徴とする、上記請求項31に記載の装置。
33. 前記第1電極の周辺付近で、前記第1及び第2電極の間に配置された側面電極を含み、前記側面電極が接地されているか又は電気的に浮遊していることを特徴とする、上記請求項32に記載の装置。
34. 前記物理的にウェーハをエッチングする段階が、好ましくは約20SCC

- Mでアルゴンガスを、そして約5SCCMから約10SCCMで塩素ガスを用いることを特徴とする、上記請求項3に記載の方法。
35. 前記物理的にウェーハをエッチングする段階が好ましくは約5ミリメートルで行われることを特徴とする、上記請求項4に記載の方法。
36. 前記第1電源が好ましくは約100ワットから約200ワットの範囲で電力を供給し、前記第2電源が約500ワットから約700ワットの範囲で電力を供給することを特徴とする、上記請求項8に記載の方法。
37. 前記化学的にウェーハをエッチングする段階が、約0SCCMから約50SCCMでアルゴンガスを、そして約5SCCMから約10SCCMで塩素ガスを用いることを特徴とする、上記請求項1に記載の方法。
38. 前記化学的にウェーハをエッチングする段階が、好ましくは、約20SCCMでアルゴンガスを、そして約10SCCMから約15SCCMの範囲で塩素ガスを用いることを特徴とする、上記請求項3に記載の方法。
39. 前記化学的にウェーハをエッチングする段階が、好ましくは、約20SCCMでアルゴンガスを、そして約10SCCMから約15SCCMの範囲で塩素ガスを用いることを特徴とする、上記請求項37に記載の方法。
40. 前記化学的にウェーハをエッチングする段階が好ましくは約2ミリメートルで行われることを特徴とする、上記請求項13に記載の方法。
41. 前記化学的エッチングの段階が、キロヘルツ領域で作動する第1電源からの電力がほぼ供給されていない電極で行われることを特徴とする、上記請求項14に記載の方法。
42. 前記物理的エッチングの段階が最終点検時間のある割合の間実行されることを特徴とする、上記請求項1に記載の方法。
43. 前記物理的エッチングの段階がフィルムを貫いてエッチングするのに必要な時間のある割合の間実行されることを特徴とする、上記請求項1に記載の方法。
44. (1) 誘導結合高周波プラズマソース反応室、(2) 電子サイクロトロン共振反応室、(3) 1つの電極が高周波数電源と低周波数電源が接続された3電

【発明の詳細な説明】

半導体ウェーハをエッチングするための方法及びその装置

本発明は、1996年7月3日出願の出願番号第08/675,559号、及び1996年7月3日出願の出願番号第08/675,093号の一部継続出願である。

クロスリファレンス

下記の米国特許出願は、全てティーガル社の所有するものであるが、ここに引用し、参考資料として挙げる。

1. 発明の名称：総合的半導体ウェーハ処理システム

発明者： ステファン P. デオルネラ

出願番号： 08/438,261

出願日： 1995年5月10日

整理番号： TEGL 1003 SRM

2. 発明の名称：プラズマエッチング反応室及びその方法

発明者： ステファン P. デオルネラ

レズリィ G. ジェルド

アルフレッド コファ

ロバート C. ベイル

カート A. オルソン

出願番号： 08/675,559

出願日： 1996年7月3日

整理番号： TEGL 1008 SRM

3. 発明の名称：エマージングフィルムのためのプラズマエッチング反応室及びその方法

発明者： ステファン P. デオルネラ

アルフレッド コファ

ロバート C. ベイル

出願番号： 08/675,093

極反応室、の何れか1つで使用されることを特徴とする、上記請求項1に記載の方法。

45. 誘電結合され且つ容量結合されている反応室で使用されることを特徴とする、上記請求項1に記載の方法。

46. (1) 誘電結合反応室、(2) 容量結合反応室、の何れか1つで使用されることを特徴とする、上記請求項1に記載の方法。

出願日： 1996年7月3日

整理番号： TEGL 1009 SRM

発明の分野

本発明は、改良されたプラズマエッチング反応室及びその方法に関する。

発明の背景

エマージングフィルムの新しいセットが、例えば高密度ダイナミック・ランダムアクセスメモリー (DRAM)、及び強誘電性ランダムアクセスメモリー (FRAM) のような高密度半導体の開発に効果的に用いられている。これらの材料は、メモリー基板上の個々の造形サイズの小型化を可能にし、高容量装置を提供する。従って、外形制御技術の一層の強化が望まれている。

従来、所望の半導体造形形状を得るために数多くの技法が使われてきた。その技法の一つは、物理的エッチング法に分類されるイオンミリングである。この技法では、イオンミルビームを使って、半導体装置上に必要とされる種々の構成要素並びにトレースを残しながら、不要な半導体装置の層部分を物理的にスパッタリングする。このような技法は必要とされる外形を作り出しはするが、イオンミリング技法の欠点は、処理速度が遅く、必要とされる造形部から直立したベール又はフェンスを形成しがちなことである。

フォトレジスト材は、イオンミリング技法で作る出される必要な造形を保護し且つ形作ることになる。フォトレジスト材が剥ぎ取られると、ベール又はフェンスは望ましくなく且つ除去の困難な構造物として残る。

半導体ウェーハのフォトレジスト材で保護されていない層部分を除去するために使われているもう一つの方法は、化学的エッチングである。このような方法は、例えばイオンミリング等よりも処理速度は速いが、イオンミリングで使えるのと同じ外形制御を必ずしも利用できない。

従って、最新の半導体製品で使用されているエマージングフィルムを迅速且つ

正確に処理するエッチング処理法並びにその装置を提供する必要がある。

発明の概要

本発明は、独特のエッチング問題を提起するエマージングフィルムを処理する

ために設計された方法及び技術を含んでいる。そのような新しいフィルムには、例えば、現在高密度DRAM装置の開発に使用されているプラチナ及びチタン酸バリウムストロンチウム(BST)や、現在不揮発性FRAM装置の開発に使用されているプラチナ及びチタン酸鉛ジルコニウム(PZT)又はタンタル酸ビスマスストロンチウム(Y-1)が含まれている。これらの新しいフィルムの中でBST、PZT、Y-1は、例えば、更なる高密度、細線図形装置の開発を可能とする高い誘電率を有している。造形密度を更に上げるためには、垂直方向外形を更に正確にする必要がある。

本発明は、高度に選択的で、且つ下層又は他のウェーハ材への損傷を最小にし、そして非均一領域に亘って均一に実行される異方性外形(即ち、直線垂直側壁)を形成する結果となる、限界エッチングを行うことに向けられている。

従って、本発明は、高度に有益な垂直側壁外形を有するウェーハ造形を得るための、ウェーハの物理的エッチング及び次に化学的エッチングを可能とする装置及び方法を提供する。本発明は、例えばイオンミリングのような物理的エッチングを先ず強化し、次に化学的エッチングを強化する連続体上で動作する方法及び装置を提供する。

このような技法は、処理のイオンミリングの部分が必要とされる垂直外形を作り出すと同時に望ましくないベールも作るという、比類なく反直観的なものである。しかし、好都合にも、本発明は化学的エッチングが連続して行われるので、このベールを十分に除去することができる。従って、その後、半導体ウェーハは、必要とされる造形、構造、密度、外形を得るために、上記米国特許出願番号第08/438,261で述べられている独特のリンスストリップーリンス法のような他の方法で処理することができる。このように、化学的エッチング処理が済んだ後で、ウェーハは、ストリッピング又はアッシング段階でのフォトレジスト材の剥ぎ取りと、それに続く残留物除去のための半導体ウェーハのスト

トリップ後洗浄の前に、可溶性残留物を除去するために洗浄される。

この方法は半導体ウェーハが置かれた場所に隣接して電極を配置した小室の中で行われる。電極には、メガヘルツ領域で動作する第1電源と、キロヘルツ領

域で動作する第2電源とが備えられている。本方法の第1部の間は、両電源ともイオンミリング技法を強化するために作用可能である。化学的エッチング主体となる本方法の第2部の間は、キロヘルツ領域で動作する第2電源はスイッチが切られ、イオンミリングの影響が大幅に低減される。

本発明のもう一つの態様では、3電源小室が用いられ、底部電極がウェーハに隣接して配置され上記のように2電源から電力が供給される。側面電極は接地されているか又は浮動性であり、ウェーハから離れてその上に固定されている上部電極は接地されているか又は浮動性であってもよい。

本発明のその他の特徴、目的、利点は明細書、請求の範囲、図面を見れば理解できるであろう。

図面の簡単な説明

図1は、フォトレジストが付いている状態でのベール又はフェンスを示す、イオンミリング技法を使った半導体ウェーハ造形の顕微鏡写真である。

図2は、フォトレジスト材が除去された状態での、イオンミリング処理後に残っているベール又はフェンスの詳細を示す、もう一つの半導体造形の顕微鏡写真である。

図3は、フォトレジストがまだ付いている状態での、図2に見られるような造形の概略表示である。

図4は、典型的化学エッチング処理後の、フォトレジストを含む半導体造形の顕微鏡写真である。

図5は、フォトレジストがまだ付いている状態での、図4に見られるような造形の概略表示である。

図6は、本発明のエッチング装置の実施例の概略表示である。

図7は、本発明の進歩的な物理的及び化学的エッチング段階が実行された後の半導体チップの造形の顕微鏡写真である。

図8は、フォトレジスト材及び残留物を除去するためにアッシング又はストリッピング段階が実行された後の図7の造形の顕微鏡写真である。

図9は、適切な垂直方向の外形を備えた、最終的に必要とされる造形を輪郭付

けるために、リンス段階が実行された後の図8の半導体の顕微鏡写真である。

図10は、フォトレジスト材がまだ付いている状態での、図7に示す半導体造形の概略表示である。

図11は、化学エッチング段階での塩素流量に対する残余ベール高さの関係を表すグラフである。

図12は、電力が供給されるRF周波数に対するイオンエネルギー及びイオン密度の関係を表すグラフである。

図13は、ウェーハ処理装置の平面図である。

好適な実施例の詳細な説明

上に示したように、密集した造形地形図を備えた細線幾何学を有する、新しいエマージング高密度DRAM及びFRAMにとって、外形を改善することは重要なことである。造形の密度はピッチで測ることができ、ピッチは造形の幅と造形間の間隙の幅との和で定義される。典型的には、高密度造形は2.0ミクロン以下の、好ましくは0.5ミクロン以下のピッチを有している。そのようなピッチの造形は、本発明を用いれば、そして、誘電フィルムの誘電率が200以上の範囲、代表的には200乃至1400となるチタン酸鉛ジルコニウム(PZT)、チタン酸バリウムストロンチウム(BST)、タンタル酸ビスマスストロンチウム(Y-1)のような高誘電性、エマージングフィルムを用いれば可能となる。

そのような高密度エマージング半導体構造は、プラチナ(Pt)、イリジウム(Ir)、2酸化イリジウム(IrO₂)、チタン酸鉛ジルコニウム(PZT)、ルテニウム(Ru)、2酸化ルテニウム(RuO₂)、チタン酸バリウムストロンチウム(BST)、タンタル酸ビスマスストロンチウム(Y-1)、及びその他のエマージングフィルムのような材料を使っている。高密度造形に対しては、必要な高容量値を確立するために、両電極を、例えば、その間にPZT(誘電率約1400)又はBST又はY-1を蒸着させたプラチナで構成することができ

る。そのような高容量の造形を狭い空間に作り出す能力の利点を最大限に利用するには、外形が70°乃至85°、できるだけ直角に近く、側壁に残留物がな

ことが重要である。

図1、2、3は、半導体ウェーハの造形の顕微鏡写真と概略図であり、垂直側壁から側壁ベール又はフェンスが上向きに伸びているところが表示されている。これらのベール20(図3)は、スパッタリングがエッチング処理の主体となるイオンミリング処理によって発生する。フォトレジスト22で保護されていない領域からスパッタリングされた物質は前記ベール20として堆積する。図3に見られるように、このベール20はフォトレジスト材22を覆う傾向にある。フォトレジスト材が剥ぎ取られるとベールは図2に示すように残る。これらのベールは、図3に示すようにチタン26の層上に蒸着されていたプラチナ層24からのプラチナにより構成されている。このベールはスパッタリングされたプラチナが再度堆積したものであり、エッチング処理の際に含まれる2酸化シリコン、炭素、ハロゲン及び他の物質を含んでいる可能性がある。このベールは更に、例として挙げるとすれば、Ir、IrO₂、PTZ、Ru、RuO₂、BST、Y-1のような、半導体ウェーハ内に含まれる他のフィルム及び層からの物質を含んでいることもある。イオンミリングによって発生するベールはピッチが0.5ミクロン以下の小ピッチパターンで出来やすく、それ故、上記処理はエマージング高密度DRAM及びFRAM装置に対して最も効果的である。この作用の利点は作り出される側壁が垂直方向に70°乃至85°或いはそれ以上であることである。

図4及び5は化学的エッチング処理によって作り出された半導体造形の外形である。図5から分かるように、プラチナ造形30の側壁28は外形が直線で、先に触れた進化した半導体装置に必要な密集パターンには適していない。化学的エッチングでは側壁外形は40°乃至50°である。図4、5では共に、フォトレジスト材32はプラチナ層30の上にあり、まだ除去されていない。

本発明は、図10に示すような外形を持った半導体造形を作り出すための、物理的エッチング(イオンミリング)と化学的エッチング両方の最所を利用する連続エッチング工程を提供する。本発明には図6に示すエッチング装置(3電極反

応室)34が含まれている。エッチング装置34はハウジング36とエッチング

室38を含んでいる。ウェーハ40は底部電極42上に置かれる。エッチング室38は更に、側面電極44と上部電極46とを含んでいる。ある好適な実施例では、側面電極44は接地していてもよいし、室38内に展開されるプラズマの結果として浮遊電位を形成してもよい。上部電極46は通常接地される。典型的な作動状態では、側面電極44と上部電極46は、図6に示すように、共に接地されている。

好ましくは2つの電源、即ち第1電源48及び第2電源50が、マッチングネットワークとコンパインを含む適当な回路52を経由して底部電極42に接続されている。又、制御装置54が第1及び第2AC電源48、50のシーケンスの制御を行う。通常、第1電源はキロヘルツの範囲で作動し、約450KHzで供給されるのが最適であり、通常は500KHz以下の範囲で供給される。第2電源はメガヘルツの範囲で作動し、通常は約13.56MHzで作動するが、約1MHz以上の他の周波数、13.56MHzの倍数でも本発明では使うことができる。図12から分かるように、イオンエネルギーはキロヘルツ範囲に向かって増加し、イオン密度はメガヘルツ範囲に向かって増加する。この特性は、以下に説明するように、本発明の作動において重要なことである。

上に示したように、本発明は、物理的エッチング（イオンミリング）を主体とするところから出発して化学的エッチングを主体とするところへと続くエッチングの連続体を提供する。このような手順は、処理の最初の部分が、図3に示すような側面ベールを作り出す結果となる物理的エッチングを必要とするので、極めて自然に反直観的である。処理が終点に対処する範囲にあるか又は終点にあることが計測されて物理的エッチングの最初の段階が完了すると、処理工程は、異なる電力入力下で異なる気体管理体制を導入して化学的エッチングの第2の段階に変換される。第2の段階は側面外形を維持しながらベールをエッチング除去するのに効果的であるので、図7及び10に示すような半導体造形が確立される。図10では、プラチナ層70は實質的に垂直な側面を有しており、プラチナ層70とフォトレジスト層72には實質的にベールが付いていない。好ましくは、化学的エッチング工程に続いて、半導体ウェーハはフォトレジストのストリッピング

工程の前に洗浄されるので、水溶性塩化物のような水溶性化合物はフォトレジストストリッピング又はアッシング工程の前に洗い落とすことが出来る。フォトレジストストリッピング工程の後、剥ぎ取り後溶剤洗浄工程が実行される。これらの段階は図7、8、9に示されており以下に議論する。これらの段階は、所有権のあるリンスーストリップーリンス工程に向けられ且つここに参考文献として挙げられている、先に触れた「総合的半導体ウェーハ処理システム」と題する特許出願の中でも議論されている。

好適な工程においては、最初の物理的エッチングの間に、化学的エッチングも行われており、化学的エッチング主体の第2段階の間に、物理的エッチング即ちイオンミリングも又行われていることを理解しておかなければならない。

例を挙げると、この進歩的方法のための手順においては、イオンミリングはアルゴンを使って行われ、化学的エッチングは塩素を使って行われる。第1の好適な方法では、物理的エッチング（イオンミリング）の段階の間は、アルゴンが約10SCCM（立方センチメートル毎分）から約50SCCM、好ましくは約20SCCMで室38（図6）に供給され、塩素が約2SCCMから約50SCCM、好ましくは約5SCCMから約10SCCMの範囲で前記室に供給される。物理的エッチングの間の室内の圧力は、温度約80°で、約2から10ミリトル、好ましくは約5ミリトルに保たれる。好ましくは、第1電源48は、電力範囲約50ワットから約200ワットで、約450KHzで作動する。第2電源50は、電力範囲約500ワットから約1100ワットで、約13.56MHzで作動する。一般的には、物理的エッチング工程は最終点までの約3分の2から100%までの期間作動する。プラチナが厚さ1000オングストロームであるプラチナ構造に関する光学の終点は、6"から8"の範囲にあるウェーハに対しては約70秒である。プラチナが厚さ2000オングストロームである構造に関する光学の終点は、6"から8"の範囲にあるウェーハに対しては約150秒である。最終点を時間計測に用いる場合、試験的な物理的エッチング処理は最終点に到達するまで行われる。その後、生産段階での時間は試験的な実施で求められた終点時間のある割合に基づいて決められる。替わりに、物理的エッチング工程のタイミングは終点を求めずに得ることもできる。例えば、フィルムを賣い

てエッチングするのに必要な時間は求めることができ、それからその時間のある割合、例として挙げれば、その時間の約3分の2からほぼ100%、を物理的エッチング段階のために使うことができる。

最終点又は最終点のあるパーセントに到達すると、工程は化学的エッチング主体の処理にシフトされる。この状況下では、アルゴンは約20SCCMに維持するのが好ましく、塩素流量を約15SCCMに増やすのが好ましい。しかし、化学的エッチングに対しては、アルゴンガスは約0SCCMから約50SCCM、塩素ガスは約5SCCMから100SCCMの流量を持つことが出来る。

図11は、SCCMで表した塩素流量に対する、オングストロームで表した最終ベール高さの関係を示すグラフである。塩素流量が増えるに従ってベール高さは減少し、グラフを見れば分かるように、流量が約10SCCM以上になれば、ベールは十分に攻撃されてサイズが小さくなる。図11のグラフで60と表示されている線は開放領域に面しているベールに関するものである。62の線は約0.8ミクロンの間隔を持った造形のベールに関するものである。64の線は約0.3ミクロンの間隔を持った造形のベールを表す。

化学的エッチング工程の間、圧力は約2ミリトルから約10ミリトル、好ましくは約2ミリトルに下げられる。キロヘルツ領域の第1電源48は、イオンミリング効果を十分に下げるためにスイッチを切るのが望ましい。化学的エッチングを行っている間は、第1電源は約0ワットから約50ワットの範囲で作動させることが出来る。図12を見れば分かるように、イオンエネルギーを増加させてイオンミリング作用を駆動するのはキロヘルツ領域電力なのである。第2電源30は約13.56MHzに維持され、電力は約500ワットから約1100ワットである。

ある好適な実施例では、この2段階工程の第2化学エッチング相に関しては、化学エッチング処理は、イオンミリング処理の間に作られたベールを實質的に除去するために、プラチナ厚さ1000オングストローム及び2000オングストロームの双方に対して、約45秒から約120秒実施される。

金属又は導体のエッチングのためには、(1)アルゴン、塩素、(2)アルゴン、塩素、臭化水素(HBr)、又は(3)アルゴン、塩素、カルボニルガス、

(4)上記化学物質の何れかと酸素(O2)、(5)SF6自身又は上記何れかの化学物質と共に、(6)NF3自身又は上記何れかの化学物質と共に、及び、(7)過フッ化炭化水素(CxFy)自身又は上記何れかの化学物質と共に、を含む化学物質が好ましい。酸化物又は誘電体をエッチングする際には、化学物質は(1)アルゴン、CF4、(2)アルゴン、CF4、塩素、(3)アルゴン、CHF3、塩素、(4)上記何れかと臭化水素(HBr)の組み合わせ、(5)SF6自身又は上記何れかの化学物質と共に、(6)NF3自身又は上記何れかの化学物質と共に、(7)過フッ化炭化水素(CxFy)自身又は上記何れかの化学物質と共に、及び、(8)アルゴンと塩素ガス、のような組み合わせを含むことができる。

上記2段階の処理、即ち物理的エッチング、化学的エッチングの両方、の結果は図7の顕微鏡写真に示す通りであり、フォトレジストは各造形の中央部で山型をなし、ベールの残余物の残分がその各側部にある。この段階で半導体造形は全ての可溶性化合物を除去するために洗浄される。洗浄の後、半導体ウェーハは、フォトレジスト及びベールに関わる残留物を除去するためにストリッピング又はアッシング処理に掛けられる(図8)。ストリッピング工程は湿式溶剤で行われるのが望ましい。溶剤が残っているベール及びフォトレジストの両方を攻撃する。ストリッピング工程の後、半導体ウェーハは、それに続く洗浄工程に掛けられ、図9に示すような造形となる。

先に述べたように、リンスーストリップーリンス工程は、例えば図13に示す装置で行うこともできる。図13のシステムは、真空負荷ロック室116、整列モジュール118、2つのエッチングモジュール120、122、ストリップモジュール124を含んでおり、これらは全ては閉鎖可能な開口を通して中央真空室126と接続されており、コンピューター処理制御システム(図示せず)により操作されている。負荷ロック室116はウェーハカセットを保持するための内部カセットエレベーターを備えている(カセット入口)。真空室126は、ウェーハを1つの室又はモジュールから他の室又はモジュールへ移動させるためのウェーハ搬送ロボットシステムを持っている。ストリップモジュール124は閉鎖可能な開口127を通して大気ウェーハ搬送ロボットシステム132と繋

がっており、これは今度は洗浄モジュール125及び大気カセットモジュール134（カセット出口）と接続されている。使用されている代表的洗浄モジュールの例はセミツールイクイノックス洗浄システムが挙げられる。大気ウェーハ搬送ロボットシステム132は、処理完了後のウェーハを保持している大気カセットモジュール134のために働く。更に、第2ウェーハ搬送ロボットシステム132は、ストリップモジュール124と洗浄モジュール125の間でウェーハを移動させる。洗浄処理の間、洗浄モジュール125と搬送ロボットシステム132は、ストリップモジュール124が剥ぎ取りのために必要なウェーハの整列度合いを維持するように設計されている。本発明の工程は自動化されており、コンピューティングシステムを通してプログラム可能である。

作動する場合、ウェーハはエッチングモジュール120、122の何れかでエッチングされた後、ロボットアーム132によりストリップモジュール124経由で洗浄モジュール125へ搬送され、そこで第1洗浄が行われる。洗浄後、ロボットアーム132はウェーハをストリップモジュール124へと戻し、そこでフォトレジストが剥ぎ取られる。剥ぎ取り後、ウェーハはロボットアーム132により洗浄モジュール125へ再搬送され、最終洗浄が行われる。

本発明はフォトレジスト付きの合成構造のものと同様に、ハードマスク（酸化物等）のものにも使用できることは理解頂けるであろう。本発明は、ここに特定したエーミングフィルムに加えて広範囲なフィルムにも利用することができる。

上記に特定した反応室以外の反応室についても本方法が利用できることは理解頂けるであろう。例として挙げれば、本発明は誘導結合プラズマソース反応室（ICP）と共に使うこともできる。誘導結合プラズマソースは、例を挙げればヘリコン反応室及びヘリカル反応室を含んでもよい。上記3電極反応室は容量結合反応室である。又、本方法は誘電結合され且つ容量結合されている反応室で使うこともできる。ECRs、即ち電子サイクロトロン共振反応室の様な他の反応室を本発明と共に使うこともできる。

工業適用性

以上のことより、本進歩的装置及び方法は、高密度パターンのために必要とさ

れる垂直外形をエーミングDRAM及びFRAMに要求される半導体ウェーハ上に作り出すために、第1の物理的エッチング段階と第2の化学的エッチング段階を含むエッチング処理工程を提供していることが分かる。本進歩的装置及び方法は垂直壁を確立し、次にベールを除去することを可能とする。本装置及び方法は、最新の高密度半導体製品に要求される新エーミングフィルムを取り扱うことができる。

本発明のこの他の特徴、態様、目的は図面及び請求の範囲を参照すれば明らかになるであろう。

本発明では他の実施例を展開することもでき、それは本発明の精神と範囲並びに請求項に含まれることも理解頂けるであろう。

【図1】

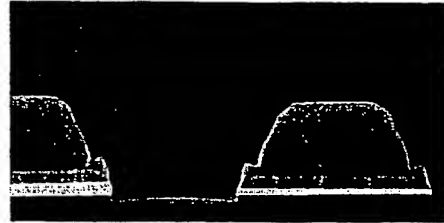


Fig. 1

【図2】



Fig. 2

【図3】

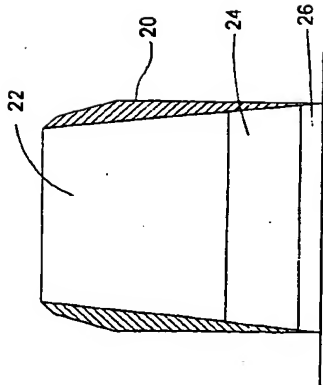


Fig. 3

【図5】

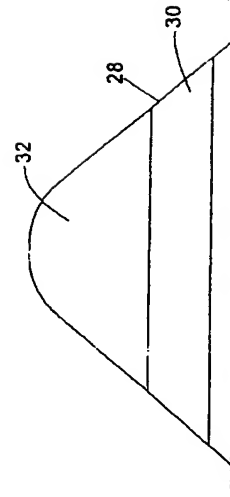


Fig. 5

【図4】

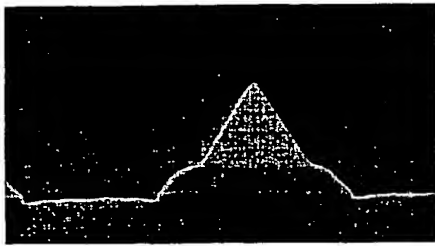


Fig. 4

【図6】

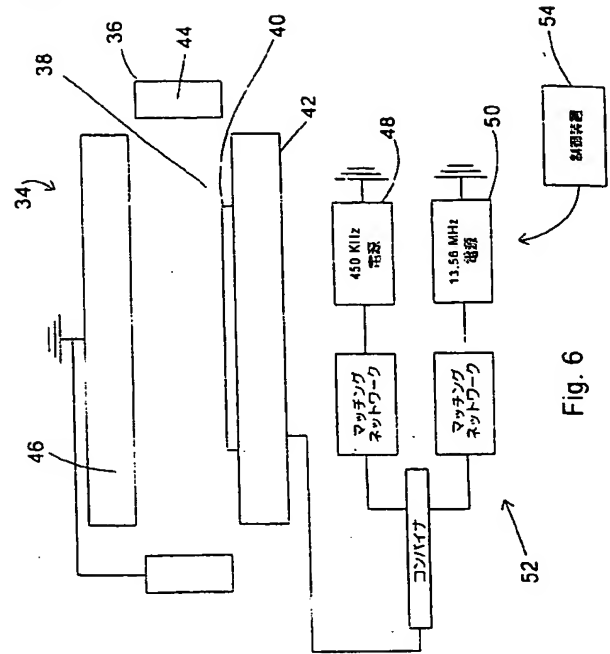


Fig. 6

【図7】

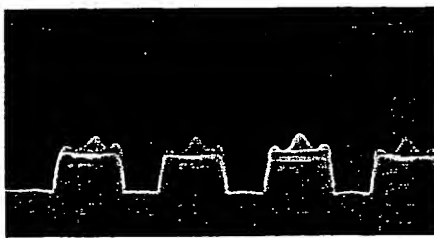


Fig. 7

【図9】

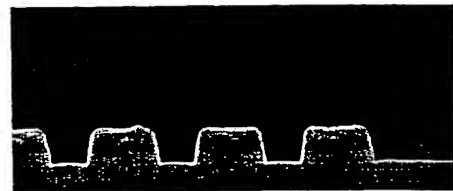


Fig. 9

【図8】

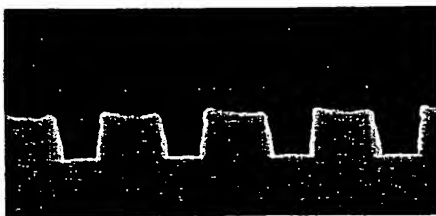


Fig. 8

【図10】

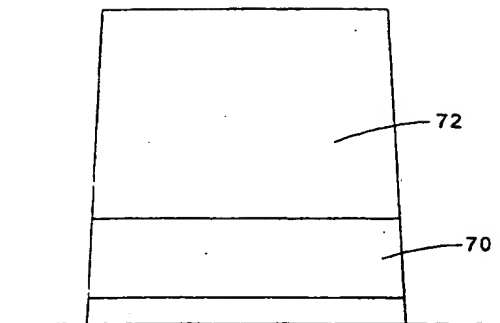


Fig. 10

【図11】

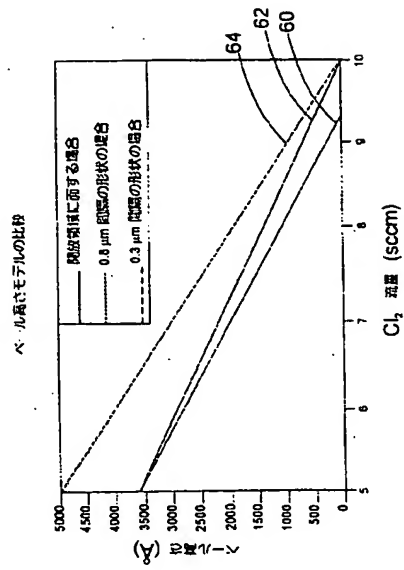


Fig. 11

【図12】

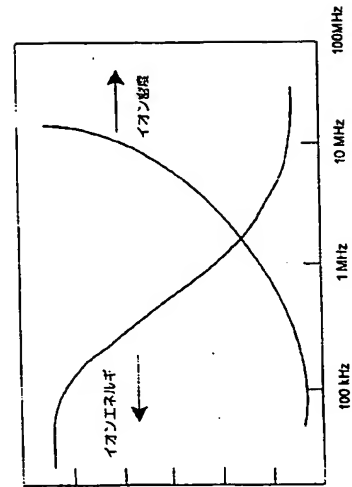


Fig. 12

【図13】

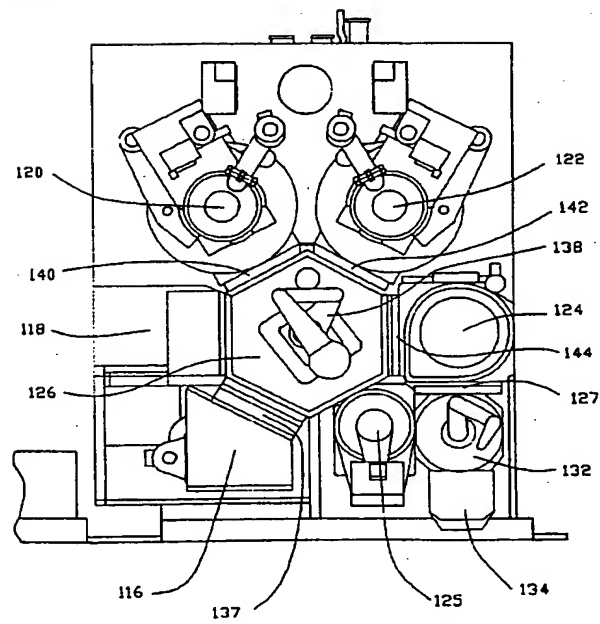


FIG.-13

フロントページの続き

- (31)優先権主張番号 08/742,861
(32)優先日 平成8年11月1日(1996. 11. 1)
(33)優先権主張国 米国(US)
(81)指定国 EP(AT, BE, CH, DE,
DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, L
U, MC, NL, PT, SE), CA, CN, JP, K
R
(72)発明者 ラジョラ バリトシュ
アメリカ合衆国 カリフォルニア州
94954 ベタルーマ セクオイア ドライ
ヴ 1617

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US97/01002

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC(6) : H01L 21/302

US CL : 156/345, 643.1, 646.1, 651.1

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

U.S. : 156/345, 643.1, 646.1, 651.1, 656.1

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

APS: USPAT; Orbit: WPAT, JAPIO

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X ----- Y	JP, A, 59-016,334 (MATSUSHITA ELECTRONIC CORP) 27 January 1984, abstract.	1, 11, 28 ----- 2, 4-10, 13-16, 20, 28-31, 35- 36, 40, 42-46
A	US, A, 4,902,377 (BERGLUND ET. AL.) 20 February 1990, columns 2-4.	21-27
X ----- Y	US, A, 4,889,588 (FIOR) 26 December 1989, Figures 1-2, columns 2-3.	1, 28 ----- 4-11, 13, 16, 20, 29-30, 35- 36, 40, 43-46

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	* T	later documents published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principles or theory underlying the invention
* A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	* X*	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
* E* earlier document published on or after the international filing date	* Y*	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
* L* documents which may throw doubt on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reasons (as specified)		
* O* documents referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means		
* P* documents published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	* A*	document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

08 JULY 1997

Date of mailing of the international search report

23 JUL 1997

Name and mailing address of the ISA/US
Commissioner of Patents and Trademarks
Box PCT
Washington, D.C. 20231

Facsimile No. (703) 305-3230

Authorized officer

GEORGE A. GOUDREAU

Telephone No. (703) 308-0661

Form PCT/ISA/210 (second sheet)(July 1992)*

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US97/01002

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US, A, 5,565,036 (WESTENDORP ET. AL.), 15 October 1996, Figure 7, columns 10-11.	1-46
X	US, A 5,498,768 (Nishitani et. al.), 12 March 1996, Figures 1, 12, columns 8-11.	1, 28
Y		2, 4, 10-11, 13, 19, 29, 30, 35, 40, 43-46

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet)(July 1992)*